

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086905

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/343

H01S 5/22

(21)Application number : 2001-276994

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 12.09.2001

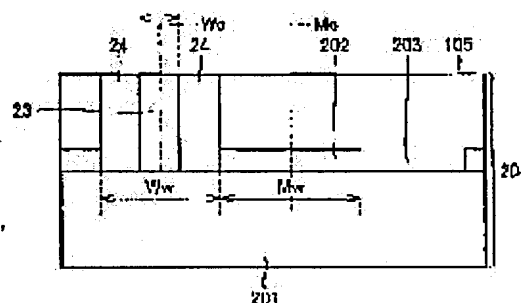
(72)Inventor : TSUDA YUZO
ITO SHIGETOSHI

(54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND SEMICONDUCTOR OPTICAL UNIT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor laser element which is reduced in laser oscillation threshold current density by optimizing the position of a current constriction part located above a mask pattern.

SOLUTION: This nitride semiconductor laser element includes a mask substrate containing a mask pattern on which a stripe-like mask 202 formed of growth restraining film where a nitride semiconductor is hardly grown and a stripe-like window 203 where no mask is formed are provided, a nitride semiconductor base layer formed on the mask substrate, and a light emitting element structure containing a light emitting layer which includes a well layer sandwiched between an N-type layer and a P-type layer or the well layer and a barrier layer in contact with the well layer provided on a nitride semiconductor substrate or a nitride semiconductor layer laminated on the nitride semiconductor substrate. At least a part of a current constriction part is formed apart from the center of the window by 1 μm or above in the direction of the window stripe and in a region above the width of the window.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

【0008】上記定置化物質半導体下地層は、S、O、C、Ga、In、Ge、Zn、Cd、MgおよびBeの不純物群のうち、少なくとも1以上の不純物を $1 \times 10^{17} \sim 8 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ の範囲内で含有するGaNであり得る。

【0009】また、上記定置化物質半導体下地層は、Al、Ga、In、N ($0.1 \leq x \leq 0.15$) を含有し、この組成はAl_{1-x}Ga_xIn_{1-x}N ($0.01 \leq x \leq 0.15$) に含まれる不純物の濃度は 3×10^{17} 以上 $8 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下であり得る。

【0010】また、上記強化半導体地下層は、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0.01 \leq x \leq 0.18$) を含み得り、この場合には $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0.01 \leq x \leq 0.18$) に含まれる。

【0011】また、上記井戸層には $\text{As}_x\text{P}_{1-x}$ もしくは $\text{Sb}_x\text{P}_{1-x}$ の元素群のうち少なくとも一種の不純物が含まれる。

【0012】また、本発明に係る窒化物半導体レーザ素子は半導体光学装置に利用され得る。

【0013】
【発明の実施の形態】以下において本発明による種々の実施形態を説明するに際して、いくつかの用語の意味をあらかじめ明らかにしておく。

【0014】「成長抑制剤」とは、その上に窒化物・窒化金属・有機物・生物体からエピタキシャル成長したものに膜を覆うことにより、成長抑制剤と被覆電極膜とは金属材料から構成される。より具体的に成長抑制剤は Si、O₂、S、N、H、Na、Al、ZnO、TiO₂、タンダステンまたはモリブデン等で形成することができる。

【0015】「窒部」とは、成長抑制剤からなるマスク（トップ）層の下に、成長抑制剤が露出されている部分を意味する。

【0016】「窒化物半導体基板」とは、少なくともA元素がAs、PおよびSの元素群のうちいずれかの元素で置換されたSi、O、Cl、S、Ge、Zn、Cd、MgなどにはSi、O、Cl、S、Ge、Zn、Cd、Mgなどのeの不純物群のうち、少なくともいずれかの不純物半導体基板がn型導電性を有するための不純物が、上記不純物群のうちSi、

【0017】「変化物半導体層」とは、変化物半導体基板上に形成された層のことを、少なくともAl_{1-x}Ga_xIn_{1-y}N_{1-z} (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1, x+y+z=1) を含む層を意味する。この変化物半導体層は、(ただし、六方晶系であること) が、As、P およびSb のうちのいずれかの元素で置換されていてもよい。

い。また、この窒化物半導体層には Si、O、C、I、S、C、Ge、Zn、Cd、Mg および Be の不純物群のうち、少なくとも一種の不純物が添加される。この窒化物半導体層が n 型導電性を有するための不純物は、上記不純物群のうち Si、O および C のいずれかが特に好ましい。

【0018】「マस्क基板」とは、窒化物半導体基板上もしくは窒化物半導体基板上に露露された窒化物半導体層の上に成長成抑制膜から構成されたマスキングとレジスト層が設けられた基板を意味する。このマスキングの幅および露露の幅は一定の周期を有しているても構わない。種々異なる

【0019】「変化物半導体下地層」とは、マスク基板の上に形成される膜のうち、少なくとも $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_z\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, $x+y+z=1$)を含む層を意味する。この変化物半導体下地層は、窒化物半導体下地層を構成している窒素元素の約10%以下(ただし、六方系であることが、As、P、およびSi)以下の元素群のうち、少なくともいずれかの元素が添加されておよび、また、この変化物半導体下地層にはSi、O、Cl、S、C、Ge、Zn、Cd、MgおよびBeのうち、少なくともいずれかの不純物が添加され得る。この変化物半導体下地層がn型導電性を有するものである。上記の不純物は、変化物半導体のうちSi、OおよびClのいずれかが特に好ましい。

【0.2.0】「順付きマウス基板」とは、マウス基板上に窒化水素薄膜体下地層を形成した基板を意味する。

【0.0.1】「発光層」とは、井戸層もしくは井戸層と燐窒素層から構成された層を意味する。たとえば、単一燐窒素層から構成された層は、1つの井戸層のみから構成される。また、多重燐窒素井戸層/燐窒素層から構成される。また、多重燐窒素井戸層/燐窒素層は複数の井戸層と燐窒素層から構成される。

【0022】「発光素子構造」とは、上記発光層がn型層とp型層とに挟まれた構造を意味する。

【0023】「電流低阻部分」とは、p型層もしくはn型層を介して発光層に実質的に電流が注入される部分を意味する。

【0024】「電流狭窄帯」とはこの電流狭窄部分の幅のことと意味する。たとえば、リッジストライプ構造は、図4(a)で示されたリッジストライプ構造を内する窒化化合物半導体レーザ素子の電流狭窄幅 w は図4(a)で示されたリッジストライプ構造の幅 w に該当する。また、図4(b)における電流狭窄幅 w は電流阻上図2(間隔)に該当する。

【0025】[実施の形態1] (窒化物半導体レーザ素子の電流狭窄部分が作製される最適位置について) 本発明者らは、窒化物半導体レーザ素子の電流狭窄部分が陳付

きマスキ基板上に形成される位置によって、閾値電流密度が変化することを見出した。

【0026】以下、図5を用いて、電流挟管部分の最適位置について図4(a)に示すリッジストライプ構造を有する窒化物半導体レーザ素子を例に説明する。

【0027】図5は、リッジストライプ部119の形成位置と閾値電流密度との関係を示しており、図5において横軸に距離付マスキング基盤204までの距離中央Cからリッジストライプ部119の距離、縦軸はレーザ発振閾値電流密度の低減率をそれぞれ示している。ここで、距中中央Wcからリッジストライプ部119の間隔aまでの距離（以後、「右側間隔」と呼ぶ。）は、距中中央Wcから左側面a'に向かう場合と同じく向かって左側面aとして表記されている。また、「レーザ発振閾値電流密度の低減率」とは、窒化物半導体基板上に直交する窒化物半導体レーザ素子を作製したときの閾値電流密度を基準とし、本發明においてどれだけの閾値電流密度が低減されたかを百分率で表した値である。レーザ発振閾値電流密度の低減率が負の場合は閾値電流密度が増加していることを、負の場合は閾値電流密度が増加していることを表す。

【0028】図5で用いられた窒化物半導体層17が、素子の構造および製造方法は、後述で詳細に説明される。図5で用いられたリッジストライプ119のリッジストライプ幅Rwは2μmであり、マスク幅Mwは10μmであり、リッジ幅Rwは18μmであり、マスクの厚みは0.1μmであった。

【0020】図5を参照すると、炭化物半導体層7が素子の閾値電流密度の低減率は、リッジストライプ部1119の少なくとも一部が炭化物半導体層7が素子の意図2003の幅 w よりも上方領域に含まれるように作製されて2003の幅 w 内の上り傾斜に含まれるように作製され、2002の幅 w 内の上り傾斜に含まれるように作製された場合よりも大きな傾斜を示した。さらに詳細に調べると、炭化物半導体層7が素子のリッジストライプ部1119の少なくとも一部が意図2003の幅 w 内の上り傾斜に含まれるように作製した場合でも、リッジストライプ部1119の少なくとも一部が $c-a$ 距離が $3\mu\text{m}$ よりも大きく $1\mu\text{m}$ よりも小さい傾斜に作製される傾向を示した。閾値電流密度の低減率が大きくなる

【0030】ここで、 $c-a$ 距離の $\sim 3\text{ }\mu\text{m}$ を、窓部中央Wcからレジストラップ部119側壁と逆側の側面であるレジストラップ部119端bまでの距離（以後、 $c-b$ 距離）と呼ぶ。119端bまでの距離（ $c-b$ 距離）に換算すると、 $c-b$ 距離は $2\text{ }\mu\text{m}$ であることから、 $c-b$ 距離は $-3\text{ }\mu\text{m}+2\text{ }\mu\text{m}=-1\text{ }\mu\text{m}$ となる。すなわち、窓部中央Wcから近い方のレジストラップ部119側壁までの距離が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上となった場合には、電流密度の低下が大きくなり、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 未満

て、ストライプ状のマスク2を形成した。このストライプ状のマスク2は、マスク幅 Mw を $7\mu m$ 、窓部幅 Ww を $13\mu m$ に設定して形成した。このようにしてマスク基板1が得られた。

【0058】次に、得られたマスク基板1を十分に有機洗浄した後、MOCVD（有機金属気相成長法）装置に搬送した。そして、このマスク基板1に、成長温度 $10\sim 50^\circ\text{C}$ の条件下で、V族原料の NH_3 （アンモニア）、IⅢ族材料のTMGa（トリメチルガリウム）およびTMAI（トリメチルアルミニウム）を供給し、さらに Si-SiH_4 （Si不純物濃度 $1\times 10^{18}/\text{cm}^3$ ）を添加して、厚さ $1.5\mu\text{m}$ のn型Al $_{0.93}\text{Ga}_{0.07}$ nからなる蓋層5を形成した。このようにして膜付きマスク基板4が得られる。

【0059】上記で説明された成長抑制剤は、 SiO_2 以外に SiN_x 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、タンダステンまたはモリブデン等で構成されていてもよい。

【0060】上記で説明されたストライプ状のマスク2のストライプ方向は、マスク基板1に対して<1-10>方向に沿って形成されたが、マスク基板1に対して<11-20>方向に沿って形成されていてもよい。

【0061】上記で説明したマスキング基は、(0001)面を有するGa₂N基板が用いられたが、その他の面方位およびその他の窒化物半導体基板が用いられていてもよい。窒化物半導体基板の両方位に関しては、C面【11-100】、A面【11-20】、R面【1-102】、M面【1-100】、[1-101]等が好ましく用いられる。また、上記面方位から2度以内のオフ角を有する基板であれば表面モフォロジーが良好である。さらに、その窒化物半導体基板として、例えば、窒化物半導体層1の窒化物半導体基板と、例えば、窒化物半導体層2の窒化物半導体基板との異体化のために、AlGa₂N基板を用いるとより好ましくなる。

【0062】（リッジストライプ）構造を有する窒化物半導体レーザ素子の結晶成長方法）以下、図1を用いて、順次「リッジストライプ」構造を有する窒化物半導体レーザ素子の結晶成長方法）、その「プロセス工程」およびその「バックジョー変更」に分けて順次説明する。

【0063】図1は順次プロセス基板4上に成長された窒化物半導体レーザ素子のチップ分割された後の窒化物半導体レーザ素子チップ7を表している。

【0064】図1の窒化ガリウム半導体ヘテロ構造デバイスは、
 酸欠付与マシキタ基板4、Ine07Ga0.93からなるn型クラッド層7、Al_{0.1}GaNからなるn型クラッド防止層7、GaNからなる型光ガイド層8、発光層9、Al_{0.2}GaNからなるp型キャリアブロック層10、GaNからなるp型光ガイド層11、Al_{0.1}C_{0.9}GaNからなる型クラッド層12、GaNからなるp型コンタクト層13、n電極14、p電極15、SiO₂からなる誘電絶縁層18および型電極パッド19から

ら構成される。ただし、膜付きマスク基板4は、GaNからなるマスク基板1、マスク2およびn型Al_{0.03}Ga_{0.97}Nからなる窒化物半導体下地層5から構成されている。

【0065】以下に、図1に示した窒化半導体レーザ素子の製造方法を詳細に説明する。MOCVD装置を用いて原料をマスク基板に、V族原料のNH₃とIII族原料のTMGa（トリメチルガリウム）またはTEGa（トリエチルガリウム）と、TMI_n（トリメチルインジウム）とSi₂H₆を加えられ、800℃の成長温度でIn_{0.07}Ga_{0.93}からなるn型クラック防止層6を40nm成長させた。次に、基板温度が1050℃以上40nm成長した、TMAI（トリメチルアルミニウム）またはTEAI（トリエチルアルミニウム）のIII族原料を用いられて、1.2μm厚のAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるn型クラッド層7（Si不純物濃度1×10¹⁸/cm³）を成長させ、続いてGa_{0.1}Nからなるn型光ガイド層8（Si不純物濃度1×10¹⁸/cm³）を成長させた。その後、基板温度が800℃以下に下げられ、3周期の、厚さ4nmのIn_{0.15}Ga_{0.85}N井戸層と厚さ8nmのIn_{0.07}Ga_{0.93}N障壁層から構成された発光層（多重量子井戸構造）9を、障壁層/井戸層/障壁層/井戸層/障壁層/井戸層の順に成長させた。この際、障壁層と井戸層の成長長はSi₂H₆（Si不純物濃度は1×10¹⁸/cm³）を添加した。この場合、障壁層と井戸層、または井戸層と障壁層との間に、1秒以上180秒以内の成長中断が実施されてよい。このことにより、各層の平坦性が向上し、発光半値幅が減少して好ましい。

【0066】発光層にA₅が添加される場合はA₅H₃（アルレン）またはTBA₅（ターシャリブチルアルシン）を、発光層9にPが添加される場合はPH₃（ホスフィン）またはTP（ターシャリブチルホスフィン）を、発光層9にBが添加される場合はTMSb（トリメチルアンチモン）またはTESb（トリエチルアンチモン）をそれぞれ添加するものと良い。また、発光層9が形成される際、N原料として、N₄H以外にジシチルヒドランジを用いられるものもよい。

【0067】次に、基板温度が再び1050℃まで昇温されて、厚み20nmのAl_{0.5}Ga_{0.5}Nからなるp型キャリア層図10、0.1μmのGa_{0.5}Nからなるp型AlGaAs層図11、0.5μmのAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp型ラッパ層図12と0.1μmのGa_{0.5}Nからなるp型コンタクト層図13を順次成長させた。p型不純物としてはMg (E C P2Mg:ビスエチルシロコペンタジエニルマグネシウム)を $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ で添加した。Ga_{0.5}Nからなるp型コンタクト層図13のp型不純物濃度は、p電圧15Vの方向に向かって、p型不純物濃度を多くした方が好ましい。このことによりp電圧15V形成によるコンタクト抵抗が低減

し得る。

【0068】また、p型不純物であるMgの活性化を妨げているp型層中の残留水素を除去するために、p型層成長中に微量の酸素が混入されても構わない。

【0069】この様に、 p 型コンタクト層13を成長させた後、MOCVD装置のリアクター内を全量ホモエピタキシャル成長させ、 MgO に変え、 $600^\circ\text{C}/\text{分}$ で温度を低下させていった。基板温度が 800°C に達した時点で、 NH_3 の供給を停止し、5分間温度で待機させた後、室温まで降下させた。上記基板1の保持温度は 650°C から 900°C の間が好ましく、待機時間は、3分以上10分以下が好ましい。また、降下温度の到達温度は、 30°C 以下が好ましい。このようにして評価された成長膜をウェーパ測定によって評価したところ、従来の p 型化アニールが実行されなくても、成長後すでに p 型化の特性が示されていた (Mg が活性化していた)。また、 p 型化層15形成によるコンタクト抵抗も低減していた。また、上記に追加で従来の p 型化アニールを組み合わせた場合、上記の活性性はさらに向上した。

【0070】上記で説明されたn型ラック防止層6は、In組成比が、0.7以外であってもよく、n型ラック防止層自体がなくてもよい。しかしながら、n型ラック防止層7とGaN基板との格子不整合が大きくなるクラッド層7とGaN基板との格子不整合が大きくなる場合は、上記n型ラック防止層6を挿入した方がラック防止の点でより好ましい。

【0071】上記で説明された発光層9は、障壁層で始まり障壁層で終わる構成であったが、井戸層で始まり井戸層で終わる構成であってもよい。また、井戸層の層数は、前述の3層に限らず、10層以下であれば任意の層数に設定可能であった。特に2層以上6層以下の範囲で電流密度が低くなり、好ましかった。

【0072】上記で説明された発光層9は、井戸層と砒
 酸層との両面にSi (SiH₄)が $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 添
 加されたが、Siが添加されなくてもよい。しかしなが
 ら、Siが発光層に添加される方が発光強度は強か
 る。発光層に添加される不純物は、Si以外にO、C、
 Ge、ZnおよびUMGの不純物群のうち、少なくともい
 ずれかの不純物が添加されていてもよい。また、不純物
 群の添加工率の総和は、約 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$
 程度が好ましかった。さらに、不純物が添加される層
 は、井戸層と砒酸層の両面に限らず片方の層のみに不純
 物を添加してもよい。

【0073】上記で説明されたp型キャリアブロック層10は、組成比が0.2以外であってもよく、このp型キャリアブロック層10自体が無くてもよい。しかしながら、p型キャリアブロック層を設けた方が製造しやすさが低くなった。これは、p型キャリアブロック層10が発光層9にキャリアを閉じ込める働きがあるからである。このp型キャリアブロック層10の組成比

は、高くすることによってキャリアの閉じ込めが強くな
って好ましい。また、キャリアの閉じ込めが保持される
程度までA1組成比を小さくすれば、キャリアブロック
層10内のキャリア移動度が大きくなり電気抵抗が低
くなって好ましい。

【0074】上記の発明では、n型クラッド層7とp型クラッド層12として、 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 結晶が用いられたが、Alの組成比が1.0以上の $AlGaIn$ 結晶と発光層と晶であってもよい。Alの組成比が高くなると発光層のエネルギギャップ差及び屈折率差が大きくなり、キャリアや光が該発光層に効率良く閉じ込められ、レーザ発振閾電流密度の低減を図り得る。また、キャリアおよび光の閉じ込めが優れた材料で、Al組成比を小さくすれば、クラッド層でのキャリア移動度が大きくなり、素子の動作速度を低下させ得る。

【0075】上記で説明されたAlGaInクラッドの厚みは、 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ ～ $1.5\text{ }\mu\text{m}$ が好ましい。垂直振動モードの共振性と光閉じ込め効率が増し、レーザの光特性の向上とレーザ閾値電流密度の低減を図り得るためである。

【0076】上記で説明されたn型クラッド層7とp型クラッド層12は、AlGaIn3系混晶であったが、AlInGaIn、AlGaIn、AlGaInAs等の4元混晶であっても良い。さらに、p型クラッド層は、電気抵抗を低減するために、p型AlGaIn層とp型GaN層からなる超格子構造、またはp型AlGaIn層とp型InGaIn層からなる超格子構造を有していても良い。

【0077】上記では、MOCVD装置による結晶成長による方法を説明したが、分子線エピタキシー法(MBE)や、ハイドライフト法組成成長法(HVPE)を用いてもよい。

【0078】（プロセス工程）続いて、上述の「リッジストライプ」構造を有する窒化物半導体レーザ素子の結晶成長方法として、窒化物半導体レーザ素子をMOCVD装置から取り出し、窒化物半導体レーザ素子チップに加工するためのプロセス工程を説明する。ここで、窒化物半導体レーザ素子を作製し終えたエピウエハの表面は平坦であり、マスク基板上に形成されたマスク2および窓部3は窒化物半導体下地層と発光素子構造で完全に埋設されていた。

【0079】 n 電極14は、ドライエッチング法を用いて、エピウェハの上面から、窒化物半導体層下地層を露出させた後、 $Hf/A1$ の順序で形成した。そして、 n 電極14の上の n 型電極パッド16として Δu を蒸着した。また、この n 型電極パッド14材料は、 $Ti/A1$ 、 Ti/Mo または $Hf/\Delta u$ 等が用いられ、 n 電極14に Hf が用いられると n 電極14のコンタクト抵抗が下げられるため好ましい。マスク基板1は、窒化物半導体基板で構成されているため、 n 電極14が形成されても構わない。マスク基板14が形成されても構わない。

THE

い。ただし、窒化物半導体基板は、 n 型の極性を有する
ように不純物がドーピングされる必要がある。

【0080】p電極15部分は、窓部のストライプ方向と同じ方向に向かってストライプ状にエッチングされ、リジストストライプ部19が形成された。このリジストストライプ部19は、窓部中央Wから3 μ m離れた位置に形成した。また、リジストストライプ部19の幅Rwは1.7 μ mとした。その後、誘電体膜18が蒸着され、p型コンタクト層13が露出されて、p電極15がPd/Mo/Auの順序で蒸着されて形成された。また、このp電極15材料には、Pd/Pt/Au、Pd/Au、Pd/A/Ni/Au等が用いられてもよい。

【0081】また、上記エピウェハーをリソグラフィで加工して垂直方向にへき開し、共振器長500 μm のフリップ・ベロム共振器を製作した。共振器長は一般に300 μm から1000 μm が好ましい。マスクの開口にフリップ・ベロム方向に沿って形成された窒化物半導体レーザ素子の共振器端面は、窒化物半導体結晶のM面〔1-100〕面である。レーザ共振器の一端端面手法以外に、一般に知られているDFB (Distributed Feedback)、DBR (Distributed Bragg Reflector) が用いられてもよい。このフリップ・ベロム共振器の共振器端面を形成した後、該端面に約0%の反射率を有するSiO₂とTiO₂の誘電体積層交互に蒸着し、誘電体多層反射膜を形成した。誘電体として用いては、SiO₂とTiO₂が誘電率多層反射膜として好まれてもよい。

【0082】以上のようにして図1の窒化物半導体レーザ素子チップが作製された。

【0083】高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、放熱対策に注意を払わなければならない。たとえば、高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、In_{0.5}Ga_{0.5}N_{0.5}As_{0.5}本体を用いて、Junction downでパッケージングされた後に接続されることが好ましい。また、高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、直接パッケージ本体やヒートシンク部に取り付けられるのではなく、Si、AlN、ダイヤモンド、Mo、CuW、BN、Fe、Cu、SiC、またはAu等のサブマウントを介して接続しても構わない。

【0084】以上の結果、窒化物半導体レーザ素子の電流制御部分が本発明に係わる最適位置に作製されることによって、レーザ発振閾値電流密度の低減が達成された。

【0085】[実施の形態2]以下、図8を用いて、本実施の形態2について説明する。本実施の形態2は、実施の形態1で述べられたリッジストライプ構造を有する窒化物半導体レーザ素子を、電流阻止層22を有する窒化物半導体レーザ素子（図4（b））に替えた以外は実施の形態1と同様である。

の形態1と同様である。

【0086】図8は、炭化マスキ基板304、In_{0.07}Ga_{0.93}Asからなる型クラッド層106、Al_{0.19}Ga_{0.81}Asからなる型クラッド層207、Ga_{0.19}In_{0.81}Asからなる型クラッド層108、発光層209、Al_{0.23}Ga_{0.77}Inからなる型キャリアブロック層110、Ga_{0.19}In_{0.81}Asからなるp型ガイド層111、Al_{0.19}Ga_{0.81}Asからなるp型クラッド層212、電流層222、Ga_{0.19}In_{0.81}Asからなるp型コンタクト層214、p電極215から構成される。

【0087】電流阻止層22は、p型電極15から注入された電流が、図8で示された電流阻止層22間隔のみを通過できるように電流を阻止する層とされば良い。例えば、電流阻止層22として、n型A1_{0.25}Ga_{0.75}Nを用いても良い。電流阻止層22のA1組成比は0.25に限らず、その他の値でも構わない。

【0088】本実施の形態2では、マスク基板に形成されたマスクの幅 MW を $1.3\mu m$ 、窓部の幅 Ww を $1.3\mu m$ 、マスクの厚みを $0.1\mu m$ および電流阻止層間隔を $1.8\mu m$ に設定した。また、2つの電流阻止層22に挟まれた部分の一端を、窓部中央 Wc から $4\mu m$ 離れた位置に設定した。

【0089】実施の形態3]本実施の形態3は、窒化物半導体基板に積層された窒化物半導体層上にマスクが作製されたこと以外は、実施の形態1または実施の形態2と同様である。

【0090】本実施の形態の、関付きマタギ基板の作製方法を以下に説明する。まず、面方位が（0001）面であるGa₂N基板（窒化半導体基板）をMO-CVD装置に装填し、そして、550℃の成長温度で、NH₃とTMGとをGa₂N基板に供給して、低温GaNバッファ層を形成した。次に、成長温度を1050℃まで昇温し、NH₃、TMGおよびSi₂H₆を供給して、低温GaNバッファ層上にn型GaN層（窒化半導体層）を形成した。n型GaN層を形成した後、該基板をMO-CVD装置から取り出した。

【0091】続いて、MOCVD装置から取り出された基板の型GaN層の表面に、Si₃N₄から構成される成長基板を厚さ0.15μmで蒸着させ、Si₃N₄は、スパッタリング法で蒸着した。従来、シリンドラフエー技術を用いて、GaN基板の<1-100>方向に沿って、ストライプ状のSi₃N₄のマスクを形成して形成した、マスク層が7μm、窓幅が8μmで構成された、このようにして、本実施の形態3のマスク基板を得た。

【0092】次に、得られたマスク基板を十分に有機洗浄し、MOCVD（有機金属気相成長法）装置に搬送した。そして、このマスク基板に、成長温度1050℃の条件下、I族原料の NH_3 、II族原料のTMGaおよび SiH_4 （Si不純物濃度 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ ）を

供給して、厚さ $2.0\text{ }\mu\text{m}$ の GaN 膜（窒化化合物半導体下部）を積層した。このようにして、本実施の形態態下部（層の一例）を積層した。このようにして、実施の形態 1 または実施の形態 2 と同様の手法を用いて窒化化合物半導体レーザ素子を作製し得る。

【0093】本実施の形態3で説明された低温Ga_{1-x}Nバッファ層は、低温Al_{1-x}Ga_xNバッファ層 ($0 \leq x \leq 1$) であれば良く、低温バッファ層自体が形成されなくともよい。

【0094】しかしながら、現在、供給されているGa_{1-x}N_x基板は亜鉛亜フッオロパツア層(0 ≤ x ≤ 1)が堆積された方が、Ga_{1-x}N_xパツア層(0 ≤ x ≤ 1)が改善されて好ましい。ここで、Ga_{1-x}N_xパツア層が改善されて好ましいのは、表面マクロ結晶が、低温パツア層とは、約450℃〜600℃の成長温度で形成されるパツア層のことを指す。これらの成長温度範囲内で作製されたパツア層は多結晶もしくは非晶質であり得る。

【0095】実施の形態4は、As、PおよびSbの元素群のうち少なくとも1つを含む元素が窒化物半導体レーザ素子の発光層に含有されたこと以外は、上記実施の形態1から実施の形態3と同様である。

【0096】本発明は、A、PおよびSbの元素群のうち少なくとも何れかの元素が、窒化物半導体発光素子の発光層のうち少なくとも井戸層に含有される。このとき、井戸層に含有された上記元素群の総数の組成比をxとし、同じく井戸層のN元素の組成比をyとすると、 $x/(x+y)$ はより小さく、 $x/(x+y)$ は0.3(30%)以下であり、好ましくは0.2(20%)以下である。

[illegible]

【0097】本実施の形態4による効果は、井戸層の上に記元群のうらななくとも何れかの元素が含有されることによつて、井戸層の電子とホールの有効質量が大きくなり、井戸層の電子とホールの移動度が大きくなり、半導体ルーザー子層の場合、前者は少ない電圧注入でレーザ発光のためのキャリア注入転移が得られ、後者を意味し、後者は発光層で電子とホールが拡散により迅速によつて消滅しても新たに電子、ホールが拡散により迅速に注入されることを意味する。すなわち、現在記載される発光層にAs、PおよびSbの元素群のうちいずれか1つ以上を含むInGaP系窒化物半導体ルーザー子層は、さらに図1に比べて、本発明の窒化ガリウム半導体ルーザー子層は、さらに図

直電流密度を低下することができ、自励発振特性の優れた（雑音特性に優れた）半導体レーザであり得る。

【0098】【実施の形態5】において、本発明に係る炭化物質半導体は、一層素子が半導体光学装置に適用された場合について説明する。また、その他の本発明に係る事項については、上述の実施の形態1から実施の形態4と同様である。

【０００９】本発明による窒化物半導体レーザ素子は半導体光学装置、例えば光ピックアップ装置に利用される。本発明に係る窒化物半導体レーザ素子は、レーザ発振閾値電流密度が低いことから、低消費電力かつ勝劣性に優れた高密度記録再生用光

ディスタ装置に好ましく適用されるためである。

【0100】図9に本発明の变化物半導体レーザー素子が、半導体光学装置に利用された一例として、光ディスタ装置（光ビッドアップ27）を有する装置、たとえば、DV-D装置を示す。図9のレーザー33は、レンズ34によって、光増倍器31で変調され、レンズ28、25上のビッド配列によって光学的に変化を受けたレーザー33が、34がスプリッタ30を通して光増倍器34で検出される。再生信号となる。これらの動作は制御回路35によって制御される。レーザー出力については、通常、記録速度は30mWで、再生時は5mW程度である。

【0101】本発明は、上記光ピックアップ装置を有する光ディスク装置の他に、たとえば、レーザープリンタ、レーザバーコードリーダ、光の三原色（青色、緑色、赤色）レーザによるプロジェクト等にも利用可能である。

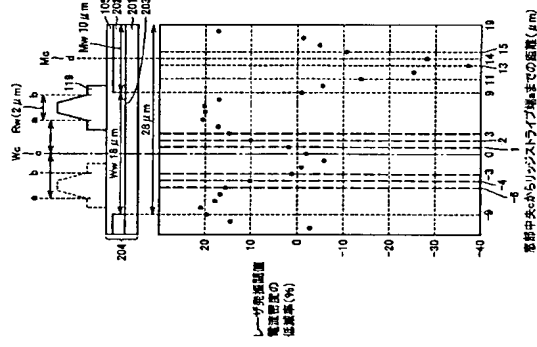
【0102】
【発明の効果】本発明によれば、レーザ発振閾値電流密度の低い窒化物半導体レーザ素子とそれを用いた半導体光学装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】
 【図1】 仮付きマスキング基板上に成膜された窒化物半導体層レザチップ素子チップを表した模式的断面図である。
 【図2】 マスキング基板の一例を示した模式図である。
 (a) マスキング基板の一例の断面を、(b) はマスキング基板の一例の上面を、それぞれ表している。

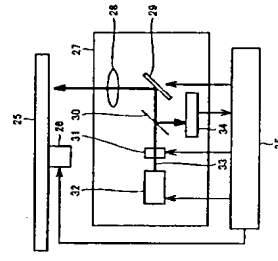
【図3】 隣付マキマキ基板上の一例の模式図である。
 【図4】 窒化物半導体レーザ構造の模式的断面図である。(a) はリッジストライプ構造を有する窒化物半導体層である。(b) は電流阻止層を有する窒化物半導体レーザ基板の一例である。
 【図5】 隣付マキマキ基板上に作製された窒化物半導体レーザ基板のリッジストライプ部の形成位置とレーザ発振層の電流密度の低減率との関係が表された図である。

【図6】 窒化物半導体レーザ素子の電流集束部分が膜付きマスキング板上に作製され得る領域を示した模式図である。

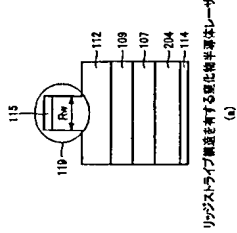
【図5】



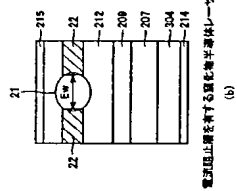
【図9】



【図4】

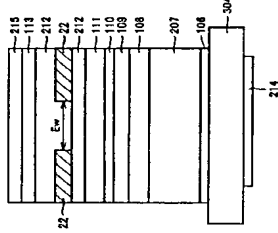


リッジストリップ端を有する酸化半導体レーザ



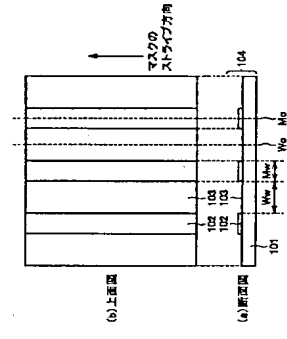
電流阻止層を有する酸化半導体レーザ

【図8】

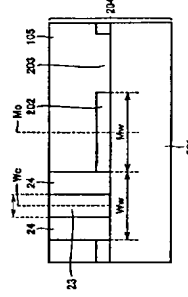


8 n型光ガイド層、9.109 発光層、10.110 p型キャリアブロック層、11.111 p型光ガイド層、12.112.212 p型クラッド層、13.113 p型コンタクト層、14.114.214 n電極、15.115.215 p電極、16 n型電極パッド、17 p型電極パッド、18 誘電体膜、19.119 リッジストリップ部、20 ワイヤボンド、21 電流制御部分、22 電流阻止層、23 領域I、24 領域II、25 ディスク、26 モータ、27 光ビックアップ、28 レンズ、29 追従鏡、30 スプリッタ、31 光変調器、32 レーザ、33 レーザ光、34 光検出器、35 制御回路。

【図2】

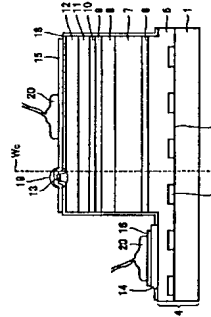


【図6】

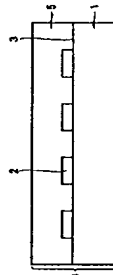


【図7】 リッジストリップ部を有する酸化半導体レーザ素子チップの模式的断面図である（n電極とp電極は、互いに向向する位置に配置される）。
【図8】 電流阻止層を有する酸化半導体レーザ素子チップの一例の模式的断面図である。
【図9】 本発明の酸化半導体レーザ素子を用いた半導体光学装置（光ビックアップ装置）の一例の概念図である。

【図1】



【図3】



【図7】

